

**ANALISIS RUGI- RUGI DAYA PADA PENGHANTAR SALURAN TRANSMISI  
TEGANGAN TINGGI 150 KV DARI GARDU INDUK KOTO PANJANG  
KE GARDU INDUK GARUDA SAKTI PEKANBARU**

**Muhammad Radil, Riad Syech, Sugianto**

**Jurusan Fisika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau  
Kampus Bina Widya Pekanbaru, 28293, Indonesia  
*Muhammad.radil@ymail.com***

**ABSTRACT**

A research has been conducted on analysis of power losses on electric power transmission line of 150 kV of Koto Panjang to Garuda Sakti Pekanbaru in March 2014. This research was conducted and its aim was to analyze the power losses in the transmission system 150 kV. Conductors used in the high-voltage transmission line was ACSR (Aluminium Conductor Steel Reinforced) which consisted of a mixture of aluminum and steel with a diameter of 28.71 mm. Results of the transmission line showed that the largest total conductivity obtained was 43,645,705.993 Watt at 13:00 PM while the lowest total conductivity was 37,313,100.282 Watt at 17:00 PM. Higher magnitude of the transmitted conductivity resulted in increased power loss with ACSR conductor resistance of  $0.049 \Omega$  so that the largest loss occurred at 13:00 PM with 4435.645 Watt power loss and the lowest power loss was 3,221.784 Watt at 17:00 PM. Based on the results obtained above, the percentages of power lost every hour for a month in March 2014, were between 0.0086% to 0.0102% with the percentage of overall average power loss was 0.095%.

Keywords : ACSR, Transmission Line, Power Loss

**ABSTRAK**

Telah dilakukan penelitian analisa rugi daya pada saluran transmisi tenaga listrik 150 kV dari Koto Panjang ke Garuda Sakti Pekanbaru pada bulan Maret 2014. Penelitian ini dilakukan bertujuan menganalisa rugi daya pada sistem transmisi 150 kV. Konduktor yang digunakan pada saluran transmisi tegangan tinggi ini adalah ACSR (*Alluminium Conductor Steel Reinforced*) yang terdiri dari campuran aluminium dan baja dengan diameter 28,71 mm. Hasil dari saluran transmisi diperoleh daya hantar total terbesar adalah 43.645.705,993 Watt pada pukul 13.00 WIB sedangkan daya hantar total terendah adalah 37.313.100,282 Watt pada pukul 17.00 WIB. Besarnya daya hantar yang ditransmisikan mengakibatkan meningkatnya rugi rugi daya dengan resistansi konduktor ACSR  $0,049 \Omega$  sehingga rugi terbesar terjadi pada pukul 13.00 WIB dengan rugi daya sebesar 4435,645 Watt dan rugi daya terendah adalah 3221,784 Watt pada pukul 17.00 WIB. Berdasarkan hasil maka diperoleh persentase daya yang hilang setiap jam selama satu bulan pada bulan Maret 2014 adalah antara 0,0086% sampai 0,0102% dengan persentase rugi daya rata-rata keseluruhan adalah 0,095%.

Kata kunci : ACSR, Saluran Transmisi, Rugi Daya.

## PENDAHULUAN

PLTA pada umumnya terletak jauh dari tempat dimana listrik itu digunakan, karena itu tenaga listrik yang dibangkitkan harus melalui saluran transmisi. Generator biasanya menghasilkan tegangan rendah, tetapi dengan bantuan transformator daya dapat ditingkatkan ke yang lebih tinggi antara 30 kV sampai 500 kV.

Melalui tegangan tinggi ini akan bisa disalurkan daya yang lebih besar dan memperkecil rugi rugi daya dengan jenis konduktor tertentu, (Hutauruk, 1996). Saluran transmisi sekarang dikenal dengan sistem 500 kV (SUTET) yang memegang peranan pada proses pengiriman daya antar area tetapi sistem yang banyak digunakan di Indonesia adalah sistem tegangan tinggi 150 kV (Afandi AN, 2010).

Transmisi tenaga listrik merupakan proses penyaluran tenaga listrik dari tempat pembangkit tenaga listrik hingga ke saluran distribusi listrik sehingga dapat disalurkan ke konsumen. Ada dua kategori saluran transmisi yaitu saluran udara (*overhead line*) dan saluran bawah-tanah (*underground*), (Kawulur C. L dkk, 2013).

Konduktor yang digunakan pada saluran transmisi bukanlah hal yang mudah untuk ditentukan karena dengan jenis tertentu konduktor itu sangat berpengaruh dalam penyaluran daya dari pembangkitnya. Konduktor yang sering digunakan adalah tembaga, tetapi sekarang konduktor-konduktor aluminium telah lama sekali menggantikan tembaga karena jauh lebih murah dan lebih ringan dari pada tembaga serta diameter yang lebih besar juga dari tembaga sehingga lebih menguntungkan, (Mismail, 1982).

Kawat tembaga banyak dipakai pada saluran transmisi karena konduktivitasnya yang tinggi. Kawat tembaga ini mempunyai kelemahan yaitu untuk besar tahanan yang sama, kawat tembaga lebih berat dan lebih mahal dibanding kawat aluminium, untuk memperbesar kuat tarik dari kawat aluminium, digunakan campuran aluminium (*aluminium alloy*). Saluran transmisi tegangan tinggi, dimana jarak antara menara/tiang berjauhan, maka dibutuhkan kuat tarik yang lebih tinggi oleh karena itu digunakan kawat penghantar ACSR (*Aluminium Conductor Steel Reinforced*) (Kawulur C. L dkk, 2013).

Saluran transmisi yang menggunakan jenis konduktor aluminium pun selalu mengalami perubahan arus dan tegangan sehingga menimbulkan hilangnya sebagian daya tetapi lebih kecil dari tembaga, peristiwa ini dikenal dengan rugi-rugi daya pada konduktor. Hilangnya sebagian kecil daya pada saluran transmisi mengakibatkan Perusahaan Listrik Negara (PLN) pada suatu daerah selalu mengalami kekurangan daya untuk didistribusikan ke masyarakat. Penelitian ini dilakukan untuk dapat menganalisa berapa besar daya yang hilang pada saluran transmisi agar dapat dijadikan pedoman dan evaluasi untuk memperkecil daya yang hilang dan memaksimalkan daya yang dikirim dari sumber.

## METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Pengukuran tegangan dan arus yang ditransmisikan ke beban dilakukan setiap harinya. Pengukuran ini dilakukan secara terus menerus

dengan *control panel* yang telah ada di Gardu Induk. Sistem *control panel* berfungsi sebagai pembacaan sekaligus penyimpanan data arus dan tegangan setiap jam nya pada siang hari selama satu bulan (30 hari). Perhitungan resistansi kawat ACSR menggunakan persamaan (1) :

$$R = \rho \frac{l}{A} \quad (1)$$

dimana resistansi konduktor dihitung pada setiap jarak 1000 meter dari Gardu Induk Koto Panjang ke Gardu Induk Garuda Sakti. Selanjutnya dilakukan perhitungan daya total menggunakan persamaan (2) :

$$P = V.I \cos \theta \quad (2)$$

$\cos \theta$  merupakan faktor daya pada pembangkit sehingga menghasilkan daya nyata. Selanjutnya untuk menghitung rugi-rugi daya pada penghantar menggunakan persamaan (3) (Arismunandar dkk, 1993) :

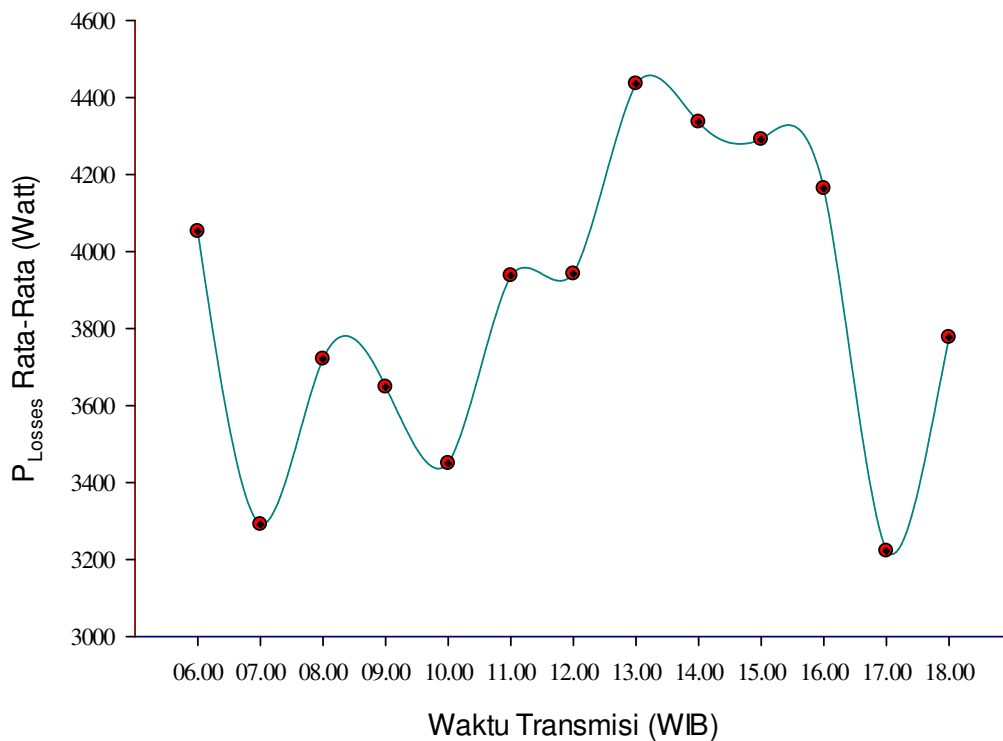
$$P_{Losses} = I^2 R \quad (3)$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Data tegangan, arus, dan waktu yang telah dirata-ratakan terlampir pada Tabel 1.

Tabel 1. Rugi daya rata-rata pada pengantar ACSR dengan resistansi 0,049  $\Omega$  pada setiap jarak 1000 meter untuk bulan Maret tahun 2014.

No	Waktu Transmisi (WIB)	Arus (A)	Tegangan (V)	P <sub>Total</sub> (Watt)	P <sub>Losses</sub> (Watt)	Persen P <sub>Losses</sub> (%)
1	06.00	287,581	144580,645	41578646,470	4052,439	0,0097
2	07.00	259,161	144935,484	37561624,969	3291,057	0,0088
3	08.00	275,581	144322,581	39772561,195	3721,299	0,0094
4	09.00	272,871	144677,419	39478272,000	3648,471	0,0092
5	10.00	265,323	144935,484	38454717,421	3449,418	0,0090
6	11.00	283,484	144709,677	41022878,075	3937,796	0,0096
7	12.00	283,645	145322,581	41220023,488	3942,270	0,0096
8	13.00	300,871	145064,516	43645705,993	4435,645	0,0102
9	14.00	297,484	145064,516	43154372,478	4336,340	0,0100
10	15.00	295,935	145258,065	42986945,466	4291,299	0,0100
11	16.00	291,516	145225,806	42335646,062	4164,097	0,0098
12	17.00	256,419	145516,129	37313100,282	3221,784	0,0086
13	18.00	277,645	144612,903	40151049,453	3777,251	0,0094
Standar Deviasi				2096729,822	393,322	0,0004827



Gambar 1. Grafik rugi daya rata-rata pada penghantar ACSR dengan waktu transmisi pada bulan Maret 2014.

Berdasarkan data pada Tabel 1 maka dapat di buat grafik hubungan antara rugi daya rata-rata yang hilang pada setiap jarak 1000 m terhadap waktu transmisi pada bulan Maret 2014 seperti Gambar 1.

Gambar 1 menunjukkan rugi daya rata-rata yang hilang pada setiap jarak 1000 meter untuk bulan Maret 2014. Konduktor ACSR ini memiliki resistansi sebesar 0,049  $\Omega$ . Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh daya yang dihasilkan pembangkit selalu berubah-ubah setiap waktu (fluktuasi) dimana pada pukul 13.00 WIB merupakan daya terbesar yang sering terjadi pada bulan Maret dengan daya total sebesar 43.645.705,993 Watt. Hal ini disebabkan karena perputaran turbin

pada PLTA semakin cepat akibat debit air yang banyak sehingga menyebabkan rotor magnet pada generator yang bergerak/berputar cepat sehingga terjadi perubahan fluks magnet yang lebih besar dan menghasilkan daya yang besar, sedangkan pada pukul 17.00 merupakan daya terendah yang sering terjadi pada bulan Maret dengan daya total sebesar 37.313.100,282 Watt, hal ini disebabkan karena perputaran turbin pada PLTA semakin melambat akibat debit air berubah menyebabkan pergerakan rotor magnet berkurang sehingga perubahan fluks magnet sedikit dan menghasilkan daya yang lebih kecil.

Rugi daya rata-rata yang hilang pada setiap jarak 1000 meter dari Gardu

Induk Koto Panjang ke Gardu Induk Garuda Sakti terbesar yang sering terjadi pada bulan Maret adalah pada pukul 13.00 WIB dengan daya yang hilang sebesar 4435,645 Watt, persentase daya yang hilang sebesar 0,0102% dan daya terkecil sering terjadi pada pukul 17.00 WIB dengan rugi daya rata-rata adalah 3221,784 Watt, persentase daya yang hilang sebesar 0,0086%, sedangkan persentase rata-rata daya yang hilang pada setiap jarak 1000 meter adalah 0,095%. Penelitian telah dilakukan oleh A.N Afandi pada tahun 2011 dengan judul “Evaluasi Rugi Daya Saluran Transmisi 150 kV pada Penyulang Kebonagung-Sengkaling” bahwa rugi daya terjadi sepanjang saluran transmisi Kebonagung-Sengkaling terbesar pada malam hari adalah 96,973 kW dan rugi daya terbesar pada siang hari adalah 42,781 kW. Hasil penelitian A.N Afandi ini menunjukkan daya yang hilang cukup besar karena jarak penyulang Kebonagung-Sengkaling jauh sedangkan penelitian analisa rugi daya pada saluran transmisi Koto Panjang ke Garuda Sakti menunjukkan daya yang terbuang sangat kecil karena jarak yang dihitung pada penelitian ini adalah setiap 1000 meter. Berdasarkan perbandingan ini dapat disimpulkan bahwa analisa rugi daya Kebonagung-Sengkaling dengan analisa rugi daya Koto Panjang ke Garuda Sakti mendekati hasil yang sama dengan tegangan transmisi 150 kV.

Rugi daya terjadi pada penghantar saluran transmisi dikarenakan arus yang mengalir pada penghantar mengakibatkan panas disekitar konduktor sehingga adanya daya yang terbuang selama proses pengiriman daya tersebut ke beban. Faktor yang mempengaruhi rugi-rugi

daya pada penelitian ini meliputi luas penampang konduktor ACSR yang besar, panjang konduktor ACSR, serta resistansi konduktor yang besar.

## KESIMPULAN

Berdasarkan poin penting sebagai kesimpulan adalah terjadi rugi daya yang cukup besar setiap jarak 1000 meter, dimana rugi daya rata-rata terbesar terjadi pada pukul 13.00 WIB dengan daya yang hilang sebesar 4435,645 Watt, dan rugi daya rata-rata terendah pada pukul 17.00 WIB dengan daya yang hilang sebesar 3221,784 Watt. Persentase rata-rata daya yang hilang pada setiap jarak 1000 meter adalah 0,095%.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Ronal Alfianus, S.T selaku Supervisor Gardu Induk Koto Panjang yang telah memberikan izin kepada peneliti untuk melakukan penelitian di Gardu Induk Koto Panjang dan kepada PT. PLN (Persero) Penyaluran dan Pusat Pengatur Beban Sumatra (P3BS) Pekanbaru yang telah memberikan izin kepada peneliti untuk pengambilan sampel konduktor demi terlaksananya penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afandi, AN. 2011. *Evaluasi Rugi Daya Saluran Transmisi 150 kV pada Penyulang Kebonagung-Sengkaling*. Teknik Elektro Universitas Negeri Malang. Malang.
- Arismunandar Artono, DR dan DR. S. Kuwahara. 1993. Teknik Tenaga

- Listrik Jilid II, Pradnya Paramitha. Jakarta 1993.
- Hutauruk, T.S. Prof. Ir. M.Sc. 1966. Transmisi Daya Listrik. Erlangga: Jakarta.
- Kawulur C. L, Lily S. Patras, Maickel Tuegeh, Fielman Lisi. 2013. *Aplikasi Perhitungan Biaya Pokok Penyediaan Tenaga Listrik di Sulawesi Utara Sub Sistem Transmisi*. Jurusan Teknik Elektro-FT, UNSRAT, Manado-95115.
- Mismail Budiono.1981. Analisa Sistem Tenaga. Universitas Brawijaya: Jakarta timur.